



Docket No. 1232-5227

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Makoto OIKAWA

Group Art Unit: 2612

Serial No.: 10/733,424

Examiner: To Be Assigned

Filed: December 10, 2003

For: FOCUS DETECTION DEVICE

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: JAPAN
In the name of: CANON KABUSHIKI KAISHA
Application No(s): 2002-359474
Filing Date(s): December 11, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: May 24, 2004

By: _____

Mark D. Pratt
Mark D. Pratt
Registration No. 45,794
(202) 857-7887 Telephone
(202) 857-7929 Facsimile

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 9 4 7 4
Application Number:

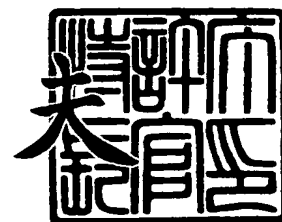
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 9 4 7 4]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 224887

【提出日】 平成14年12月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 13/36

【発明の名称】 焦点検出装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 追川 真

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100076428

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大塚 康德

 【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

 【識別番号】 100112508

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高柳 司郎

 【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

 【識別番号】 100115071

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 大塚 康弘

 【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 焦点検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮影光学系の射出瞳の第 1 の領域を通過する第 1 の光束を光電変換する第 1 の光電変換素子列と、前記射出瞳の前記第 1 の領域とは異なる第 2 の領域を通過する第 2 の光束を光電変換する第 2 の光電変換素子列とを備える固体撮像素子と、

撮像画面中の焦点検出領域の位置に応じて、前記撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量と、前記焦点検出開口瞳の幅との比に基づいて、前記第 1 の光電変換素子列からの像信号である第 1 の像信号と、前記第 2 の光電変換素子列からの像信号である第 2 の像信号について相関演算を行うことによって前記撮影光学系の焦点状態を検出する演算手段とを具備することを特徴とする焦点検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、撮影レンズの異なる瞳領域を通過した光束によって形成される 2 つの物体像の相対的位置関係より、撮影レンズの結像状態を検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

カメラの焦点検出方式にはいくつかの方法があるが、センサの各画素にマイクロレンズが形成された 2 次元の受光センサを用いて瞳分割方式の焦点検出を行う装置が特開昭 5-8-24105 号公報（特許文献 1）に開示されている。

【0003】

図 2 は同公報で提案している瞳分割方式の焦点検出を行う方法の原理説明図である。

【0004】

イメージセンサ 10 は撮影レンズ 5 の予定結像面に配置されている。また、イ

メージセンサ 10 の 1 画素は 2 つの光電変換素子 13α 、 13β とから構成されており、各光電変換素子の撮影レンズ側に形成されたマイクロレンズ 11 によって光電変換素子 13α 、 13β は撮影レンズ 5 の瞳の異なる位置を透過した光束を受光するように構成されている。

【0005】

ここで、光電変換素子 13α は主に撮影レンズ 5 の瞳の図中上方を透過する光束を受光し、光電変換素子 13β は主に撮影レンズ 5 の瞳の図中下方を透過する光束を受光する。焦点検出時は、各光電変換素子からの出力をそれぞれ読み出し、さらに複数の画素からの出力より撮影レンズの異なる瞳位置を透過した光束による像信号が生成される。

【0006】

また、本願出願人は瞳分割方式の焦点検出を行うことが可能な焦点検出装置を特開 2001-124984 号公報（特許文献 2）に開示している。同公報の焦点検出装置は、一对の光電変換素子を、二次元に配置したマイクロレンズアレイごとに設け、このマイクロレンズより、光電変換素子を撮影光学系の瞳に投影することで、瞳を分割している。撮影光学系の瞳の異なる部分を通じた 2 光束の光電変換素子列の出力から得られる第 1 の像信号と第 2 の像信号（以下、A 像信号、B 像信号と称す）の位相差に基づいて撮影レンズの焦点状態を検出するものである。ここで、位相差とは A 像信号、B 像信号の相対的な位置関係のことである。

【0007】

さらに、光電変換素子列の出力から得られる A 像信号、B 像信号のアンバランス状態を検出し、焦点検出光学系の F ナンバーを切り替えることで、正確な焦点検出を実現する焦点検出装置が特公平 7-62731 号公報（特許文献 3）に開示されている。この焦点検出装置は、F ナンバーが異なる二つの焦点検出部を有する。A 像信号、B 像信号の一致度が高い場合には、多くの光束を受光する F ナンバーが小さい焦点検出部で焦点検出を行い、A 像信号、B 像信号の一致度が低い場合には、焦点検出光束にケラレが生じにくい F ナンバーが大きい焦点検出部で焦点検出を行う。

【0008】

また、レンズ情報と撮像面上の位置に基づいて画素信号のゲイン制御を行う画像取り込み装置が特開 2000-324505 号公報（特許文献 4）に開示されている。撮像面中心から画素までの距離を L としたときに、 L の多項式で任意位置における画素のゲイン制御量を算出する。この際、多項式の係数はレンズ射出瞳位置を含むレンズ情報に対応して格納されたデータテーブルに基づいて決定される。

【0009】**【特許文献 1】**

特開昭 58-24105 号公報

【特許文献 2】

特開 2001-124984 号公報

【特許文献 3】

特公平 7-62731 号公報

【特許文献 4】

特開 2000-324505 号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特公平 7-62731 号公報に開示されている焦点検出装置において、光電変換セルの出力から得られる A 像信号、B 像信号のアンバランス状態を検出するためには、一度相関演算処理を行う必要がある。そのため、処理速度の速い計算機を搭載し焦点検出装置がコストアップしてしまうか、もしくは処理速度の速くない計算機を搭載したために高速な焦点検出が実現できないかのどちらかとなるという問題がある。また、焦点検出領域によっては、F ナンバーが小さい光束で焦点検出が行えないという問題もある。

【0010】

特開 2000-324505 号公報に開示されている画像取り込み装置では、撮像面中心から画素までの距離を L としたときに、 L の多項式で任意位置における画素のゲイン制御量を算出するのである。この技術を先の特開 2001-124984 号公報に開示されている焦点検出装置に適応した場合、すなわち、第 1

の像信号と第2の像信号それぞれについてLの多項式でゲイン制御した際には、求めるゲイン制御量をLの多項式で表そうとすると、多項式の次数が大きくなってしまい、計算量が大きく演算負荷が大きくなる。そのため、処理速度の速い計算機を搭載し焦点検出装置がコストアップしてしまうか、もしくは処理速度の速くない計算機を搭載したために高速な焦点検出が実現できないかのどちらかとなるという問題がある。

【0011】

従って、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、撮影光学系の口径食によって制限された場合に、第1の像信号と第2の像信号との間に生じるアンバランスを、少ない計算量で効率的に補正できるようにすることである。

【0012】

また、本発明の他の目的は、焦点検出領域によって焦点検出に用いる光束のFナンバーが制限されないようにすることである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係わる焦点検出装置は、撮影光学系の射出瞳の第1の領域を通過する第1の光束を光電変換する第1の光電変換素子列と、前記射出瞳の前記第1の領域とは異なる第2の領域を通過する第2の光束を光電変換する第2の光電変換素子列とを備える固体撮像素子と、撮像画面中の焦点検出領域の位置に応じて、前記撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量と、前記焦点検出開口瞳の幅との比に基づいて、前記第1の光電変換素子列からの像信号である第1の像信号と、前記第2の光電変換素子列からの像信号である第2の像信号について相関演算を行うことによって前記撮影光学系の焦点状態を検出する演算手段とを具備することを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する

【0015】

なお、本発明は、撮影光学系の射出瞳の第1の領域を通過する第1の光束を光電変換する第1の光電変換素子列と、前記射出瞳の前記第1の領域とは異なる第2の領域を通過する第2の光束を光電変換する第2の光電変換素子列とを備える固体撮像素子と、撮像画面中の焦点検出領域の位置に応じて、前記撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量と、前記焦点検出開口瞳の幅との比に基づいて、前記第1の光電変換素子列からの像信号である第1の像信号と、前記第2の光電変換素子列からの像信号である第2の像信号について相関演算を行うことによって前記撮影光学系の焦点状態を検出する演算部とを具備する焦点検出装置として実施可能である。

【0016】

また、撮影光学系の射出瞳の第1の領域を通過する第1の光束を第1の光電変換素子列で光電変換するとともに、前記射出瞳の前記第1の領域とは異なる第2の領域を通過する第2の光束を第2の光電変換素子列で光電変換し、撮像画面中の焦点検出領域の位置に応じて、前記撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量と、前記焦点検出開口瞳の幅との比に基づいて、前記第1の光電変換素子列からの像信号である第1の像信号と、前記第2の光電変換素子列からの像信号である第2の像信号について相関演算を行うことによって前記撮影光学系の焦点状態を検出する焦点検出方法として実施可能である。

【0017】

図1は本発明の実施形態に係わる焦点検出装置を具備するデジタルスチルカメラの構成図、図2は実施形態におけるイメージセンサの構成と撮影レンズとの関係を示す図、図15はデジタルスチルカメラの動作説明フローチャート、図16は焦点検出サブルーチンの動作フローチャート、図17は第1の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチンの動作フローチャート、図18は第2の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチンの動作フローチャートである。

【0018】

図1において、1はデジタルスチルカメラ本体であり、10は撮像装置（以下イメージセンサと称す）で、デジタルスチルカメラ1の撮影レンズ5の予定結像面に配置されている。デジタルスチルカメラ1には、カメラ全体を制御するCPU20、イメージセンサ10を駆動制御するイメージセンサ制御回路21、イメージセンサ10にて撮像した画像信号を画像処理する画像処理回路24、撮像された画像を表示するための液晶表示素子9とそれを駆動する液晶表示素子駆動回路25、液晶表示素子9に表示された被写体像を観察するための接眼レンズ3、イメージセンサ10にて撮像された画像を記録するメモリ回路22、画像処理回路24にて画像処理された画像をカメラ外部に出力するためのインターフェース回路23、撮影者が撮影された画像を記録するための操作スイッチSW2とを備えて構成されている。

【0019】

本実施形態の焦点検出装置は、CPU20とイメージセンサ10から構成されている。

【0020】

撮影レンズ5はデジタルカメラ1に取り付けられる交換レンズである。撮影レンズ5は、便宜上2枚のレンズ5a、5bで図示しているが、実際は多数枚のレンズで構成され、CPU20から送られてくるレンズ駆動量に基づいて撮影レンズ駆動機構26によって合焦状態に調節される。また30は絞り装置で、絞り駆動機構27によって所定の絞り値に絞り込まれるようになっている。31は撮影レンズメモリ回路であり、撮影レンズ固有の情報を記録している。レンズ駆動回路26、絞り駆動機構27、撮影レンズメモリ回路31は、デジタルスチルカメラ1との取り付け部に設けられた通信端子を通して、デジタルスチルカメラ1のCPU20と通信可能となっている。

【0021】

イメージセンサ10は図2に示すような構成になっている。図2は図1の矢印C方向から見た図である。イメージセンサ10は撮影レンズ5の予定結像面に配置されている。また、イメージセンサ10の1画素は2つの光電変換素子13 α 、13 β とから構成されており、各光電変換素子の撮影レンズ側に形成されたマ

マイクロレンズ 11 によって光電変換素子 13α 、 13β は撮影レンズ 5 の瞳の異なる位置を透過した光束を受光するように構成されている。

【0022】

ここで、光電変換素子 13α は主に撮影レンズ 5 の瞳の図中上方を透過する光束を受光し、光電変換素子 13β は主に撮影レンズ 5 の瞳の図中下方を透過する光束を受光する。

【0023】

図 3 はイメージセンサ 10 から見た撮影レンズの瞳 40 を示した図である。光電変換素子 13α が受光する光束は撮影レンズの或る瞳領域 41a を通過し、光電変換素子 13β が受光する光束は瞳領域 41a とは異なる領域 41b を通過する。焦点検出時は、各光電変換素子からの出力をそれぞれ読み出し、さらに複数の画素からの出力より撮影レンズの異なる瞳位置を透過した光束による像信号が生成される。瞳領域 41a を通過した光束による像信号を A 像信号とし、瞳領域 41b を通過した光束による像信号を B 像信号とすると、A 像信号、B 像信号を用いて焦点検出を行う。つまり本実施形態の焦点検出装置におけるイメージセンサ 10 は、撮像機能と焦点検出機能の両者を持ち合わせており、焦点検出を行う画素で撮像も行う。

【0024】

次に、図 15 に従って本実施形態のカメラの動作フローを説明する。

【0025】

撮影者が、図 1 には不図示のデジタルスチルカメラ 1 のメインスイッチを ON すると (S102)、CPU 20 は撮影レンズ 5 の焦点検出を実行する (S201)。焦点検出 S201 では、撮影レンズ 5 のデフォーカス量が算出され、得られたデフォーカス量を用いて撮影レンズの駆動量が算出される。焦点検出 S201 において算出された撮影レンズの駆動量に基づいて、CPU 20 は撮影レンズ駆動機構 26 にレンズ駆動信号を送り、撮影レンズを駆動して合焦状態に設定する (S103)。レンズ駆動 S103 が完了すると、カメラ 1 の CPU 20 はイメージセンサ制御回路 21 に撮像信号を送ってイメージセンサ 10 にて撮像を行わせる (S104)。イメージセンサ 10 にて撮像された画像信号は、イメージセンサ

制御回路 21 にて A/D 変換された後に画像処理回路 24 にて画像処理が行われる。画像処理が行われた画像信号は CPU 20 を介して液晶表示素子駆動回路 25 に送られ液晶表示素子 9 に表示される (S105)。撮影者は接眼レンズ 3 を通して液晶表示素子 9 に表示された被写体像を観察することが可能となる。さらに CPU 20 は撮像画像を記録するための操作スイッチ SW2 の状態を確認する (S106)。撮影者が操作スイッチ SW2 を操作していなければ (S106)、引き続き CPU 20 はメインスイッチの状態を確認する (S102)。

【0026】

一方、撮影者が被写体を撮影しようとして操作スイッチ SW2 を押したならば (S106)、CPU 20 はイメージセンサ制御回路 21 に撮像信号を送ってイメージセンサ 10 にて本撮像を行う (S107)。

【0027】

イメージセンサ制御回路 21 によって A/D 変換された画像信号は、画像処理回路 24 にて画像処理された後、液晶表示素子駆動回路 25 に送られ液晶表示素子 9 に表示される (S108)。

【0028】

同時に、CPU 20 は撮像された画像信号をそのままカメラ 1 のメモリ回路 22 に記憶する (S109)。撮影動作が終了し、撮影者がメインスイッチを OFF すると (S102) カメラの電源が落ちて待機状態となる (S110)。

【0029】

焦点検出サブルーチン (S201) の動作フローを図 16 に示す。

【0030】

カメラ本体 1 の CPU 20 は、焦点検出が実行されるとイメージセンサ制御回路 21 に焦点検出のための撮像開始信号を送ってイメージセンサ 10 にて焦点検出光束の撮像を行わせる (S202)。CPU 20 は同一色相の出力信号より、撮影レンズ 5 の瞳領域 40 (図 3) におけるある領域 41a を透過した焦点検出光束により A 像信号を生成し、同様に撮影レンズ 5 の瞳領域 40 における 41a とは異なるある領域 41b を透過した焦点検出光束により B 像信号を生成する。撮影 (S202) において生成される A 像信号、B 像信号にシェーディング補正を行な

い、撮影光学系の口径食によって制限された場合にA像信号、B像信号に生じるアンバランスを補正する(S301)。シェーディング補正(S301)で一致度が向上したA像信号、B像信号を用いて相関演算を行い、二つの像信号のずれ量から撮影レンズ5のデフォーカス量が算出される(S203)。デフォーカス量算出(S203)で算出されたデフォーカス量に基づいて、撮影レンズの駆動量が算出される(S204)。撮影レンズの駆動量が算出されると(S204)、CPU20はメインルーチンへリターンする(S205)。

【0031】

第1の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチン(S301)の動作フローを図17に示す。

【0032】

カメラ本体1のCPU20は、シェーディング補正(S301)が実行されると、撮影レンズメモリ回路31から撮影レンズの固有情報を読み込む(S302)。この撮影レンズ固有情報には、撮影レンズのFナンバー情報や撮影レンズ射出窓位置、射出窓半径などが含まれている。次にCPU20は、焦点検出領域入力手段や、視線入力手段などによって決定された焦点検出領域を読み込む(S303)。レンズ情報読み込み(S302)と焦点検出領域読み込み(S303)で得られたレンズ情報や焦点検出領域に基づいて、撮影光学系の口径食によって制限されるためにA像信号、B像信号に生じる強度比を算出する(S304)。強度比算出(S304)で得られた、A像信号、B像信号の強度比に基づいて、シェーディングデータを作成する(S306)。このシェーディングデータは、均一輝度被写体に対して焦点検出のための撮像(S202)を行った際に得られるべきA像信号、B像信号である。シェーディング補正(S301)では、均一輝度被写体に対して得られたA像信号、B像信号が、図7上段左に示すように焦点検出領域内の全ての画素においてA像信号、B像信号からの出力が均一になるようにすることが目的である。そこでシェーディング波形作成(S306)で得られたシェーディング波形に基づいて、焦点検出のための撮像(S202)で得られたA像信号、B像信号の補正を行ない(S307)、焦点検出サブルーチンへリターンする(S308)。

【0033】

デフォーカス量算出(S203)における相関演算処理について説明する。シェーディング補正(S301)後に、図4におけるA像信号、B像信号のような二つの像信号が得られたとすると、生成した二つの像信号の位相差は撮影レンズの結像状態(合焦状態、前ピン状態、後ピン状態)により変化する。撮影レンズが合焦状態においては二つの像信号の位相差は無くなり、前ピン状態と後ピン状態では異なる方向の位相差が生じる。さらにこの二つの像信号の位相差は撮影レンズのデフォーカス量と一定の関係がある。ここでデフォーカス量とは撮影レンズにより被写体像が結像している位置とマイクロレンズ上面との距離である。この二つの像信号の位相差から撮影レンズのデフォーカス量を求め、撮影レンズが合焦状態になるようなレンズ駆動量を算出することで焦点検出を行う。

【0034】

二つの像信号の位相差は、二つの像信号の相関を取ることで求める。相関の取り方は“MINアルゴリズム”と呼ばれるもので、A像信号の出力データを $a[1] \sim a[n]$ とし、B像信号の出力データを $b[1] \sim b[n]$ とすると、相関量 $U0$ は、

【0035】

【数1】

$$U0 = \sum_{j=1}^n \min(A[j], B[j]) \cdots \cdots (1)$$

となる。ここで $\min(a, b)$ は a, b の小さい方の値のことである。まずこの $U0$ を計算する。次に図4に示すように、A像信号を信号電圧の1ビットシフトしたデータとB像信号のデータの相関量 $U1$ を計算する。この $U1$ は

【0036】

【数 2】

$$U1 = \sum_{j=1}^n \min(A[j+1], B[j]) \text{-----}(2)$$

となる。このように1ビットずつシフトした相関量を次々に計算する。二つの像信号が一致していればこの相関量は最大値をとるので、その最大値をとるシフト量を求め、その前後のデータから相関量の真の最大値を補間して求め、そのシフト量を二つの像信号の位相差とする。この二つの像信号の位相差から撮影レンズのデフォーカス量を求め、撮影レンズが合焦状態になるようなレンズ駆動量を算出することで焦点検出を行う。

【0037】

次にシェーディング補正サブルーチン(S301)について説明する。

【0038】

イメージセンサ10の瞳領域（以下AF瞳領域40と称す）が撮影光学系の瞳領域より大きい場合や、焦点検出領域の中心が撮影レンズの光軸とイメージセンサ10の交点とは異なる場合、焦点検出に用いる光束が撮影光学系の口径食によって制限されてA像信号、B像信号にアンバランスが生じる恐れがある。A像信号、B像信号のアンバランスがある場合、デフォーカス量算出(S203)において行われる相関演算における二つの像信号の一致度が低くなり、算出された位相差に誤差が生じる。また、このA像信号、B像信号のアンバランスが大きくなると相関演算自体が行えない恐れもある。そこで、この焦点検出に用いるA像信号、B像信号のアンバランスを補正することがシェーディング補正サブルーチン(S301)の目的である。

【0039】

図5は撮影光学系の口径食によって焦点検出に用いる光束が制限される様子を示している。撮影レンズ5は実際には複数枚のレンズで構成されており、撮影レンズの光軸とイメージセンサ10の交点以外に位置する画素73（以下、周辺画素73と称す）は、複数枚あるレンズのうち最もイメージセンサ10に近い側に

あるレンズのレンズ保持枠と、最も被写体に近い側にあるレンズのレンズ保持枠によって光束が制限される。最もイメージセンサ 10 に近い側にあるレンズのレンズ保持枠を撮影レンズの射出窓 1 (図 5、71) とし、最も被写体に近い側にあるレンズのレンズ保持枠を撮影レンズの射出窓 2 (図 5、72) として、周辺画素 73 が受光する焦点検出用光束が射出窓 1 と射出窓 2 によって制限される様子が図 5 に斜視図で示されている。図 5 において、撮影レンズの光軸を x 方向、イメージセンサ 10 の長辺方向を y 方向、そしてイメージセンサ 10 の短辺方向を z 方向と定義する。

【0040】

投影射出窓 71-1 は、射出窓 1 を周辺画素 73 から AF 瞳領域 40 に投影したものである。投影射出窓 72-1 は、射出窓 2 を周辺画素 73 から AF 瞳領域 40 に投影したものである。周辺画素 73 は、投影射出窓 71-1 と投影射出窓 72-1 によって切り出される焦点検出開口瞳 76 を通過した光束を受光する。周辺画素 73 は、図 2 に示すように 2 つの光電変換素子 13α 、 13β とから構成されており、各光電変換素子の撮影レンズ側に形成されたマイクロレンズ 11 によって光電変換素子 13α 、 13β は撮影レンズ 5 の瞳の異なる位置を透過した光束を受光するように構成されている。

【0041】

さらに、周辺画素 73 のマイクロレンズ 11 は、2 つの光電変換素子 13α 、 13β に対して光軸方向にシフトした位置に配置することで、光電変換素子 13α が受光する光束が通過する領域 74a (以下、A 像瞳領域 74a とする) と光電変換素子 13β が受光する光束が通過する領域 74b (以下、B 像瞳領域 74b とする) の境界線が、撮影レンズの光軸を通過するようにしている。そのため、A 像瞳領域 74a と B 像瞳領域 74b は形状が境界線に対して線対称な形状とはならず、面積も異なる。瞳領域の面積は受光する光束の広がりを決めるものであるため、周辺画素 73 の光電変換素子 13α と光電変換素子 13β の受光強度は異なってくる。そのため焦点検出領域を、周辺画素 73 を含み光電変換素子の分割方向に並ぶ画素列とした場合、焦点検出領域から得られる A 像信号、B 像信号は強度差をもったものになってしまう。

【0042】

A像信号、B像信号間にこのようなアンバランスがある場合、デフォーカス量算出(S203)において行われる相関演算における二つの像信号の一致度が低くなり、算出された位相差に誤差が生じる。また、このA像信号、B像信号のアンバランスが大きくなると相関演算自体が行えない恐れもある。

【0043】

図6(a)は図5のx方向から見たAF瞳領域を示しており、図6(b)は図5のz方向から描いたものである。図6(a)において、投影射出窓71-1は、射出窓1を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。投影射出窓72-1は、射出窓2を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。一点鎖線75の交点が撮影レンズの光軸である。AF瞳領域は投影射出窓71-1と投影射出窓72-1によって切り出されて焦点検出開口瞳76を形成している。周辺画素73のマイクロレンズ11は、2つの光電変換素子13 α 、13 β に対して光軸方向にシフトした位置に配置されており、A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの境界線は撮影レンズの光軸を通過している。そのため、A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの面積は異なる。

【0044】

図6(b)において、71は射出窓1、72は射出窓2である。L71はイメージセンサ10から射出窓1(71)までの距離、L72はイメージセンサ10から射出窓2(72)までの距離である。D71は射出窓1(71)の直径、D72は射出窓2(72)の直径である。投影射出窓71-1は、射出窓1を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。投影射出窓72-1は、射出窓2を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。周辺画素73は、投影射出窓71-1と投影射出窓72-1によって切り出される焦点検出開口瞳76を通過した光束を受光する。A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの境界線は、AF瞳位置40において撮影レンズの光軸を通過するように、周辺画素73のマイクロレンズ11は、2つの光電変換素子13 α 、13 β に対して光軸方向にシフトした位置に配置されている。

【0045】

以上のように、焦点検出用の光束は撮影レンズの射出窓により制限され、A 像信号、B 像信号にアンバランスが生じる。図 7 (a) は A F 瞳領域 40 が撮影レンズ 5 の瞳に対して十分に小さく、焦点検出領域の中心が光軸付近にあり、焦点検出領域の全画素にケラレが生じない場合に、一様輝度の被写体に対して得られる A 像信号、B 像信号である。焦点検出領域が光軸付近にあるため、撮影レンズの周辺光量落ちの影響もほとんどなく、A 像信号、B 像信号はともに或る一定の値となる。そのため、或る被写体を撮像した場合も、得られる A 像信号、B 像信号は図 7 (d) に示すように同じ形状となる。

【0046】

しかし A F 瞳領域が撮影レンズの瞳より大きい場合には、光軸上以外の画素は前述のような撮影レンズの射出窓によりケラレが生じる。そのため、焦点検出領域が光軸付近にある場合でも、得られる A 像信号、B 像信号は図 7 (b) に示すような傾きを持ったものとなる。A 像信号の傾きと B 像信号の傾きは向きが逆になる。これは光軸上の画素では撮影レンズの射出窓によりケラレが生じず、A 像信号と B 像信号は同じ出力を得るが、光軸上以外の画素は撮影レンズの射出窓によりケラレが生じ、A 像瞳領域 74 a と B 像瞳領域 74 b の面積は異なるものとなり、強度差を生じるためである。光軸から光電変換素子 13 α の側 (+ y 方向) に存在する画素では A 像瞳領域の方が B 像瞳領域に比べて面積が大きくなり、光軸から光電変換素子 13 β の側 (- y 方向) に存在する画素では B 像瞳領域の方が A 像瞳領域に比べて面積が大きくなる。そのため得られる A 像信号、B 像信号はそれぞれ逆向きの傾きを持ち、光軸上の画素を中心にクロスしたような形になる。そのため図 7 (d) と同じ被写体を撮像した場合にも、図 7 (e) に示すように、A 像信号は右側画素になるしたがって出力が小さくなり、B 像信号は左側画素になるにしたがって出力が小さくなる。つまり A 像信号、B 像信号では異なる形状となってしまう。そのためデフォーカス量算出 (S 203) において行われる関連演算における A 像信号、B 像信号の一致度が低くなり、算出された位相差に誤差が生じる。

【0047】

図 7 (c) は、焦点検出領域の中心が光軸から離れた位置にある場合に、一様輝

度の被写体に対して得られるA像信号、B像信号である。そのような焦点検出領域では、焦点検出領域の中心位置付近の画素においても撮影レンズの射出窓によりケラレが生じ、A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの面積は異なるものとなり、強度差を生じる。焦点検出領域の中心位置付近の画素が、光軸から光電変換素子13 β の側（-y方向）に存在する場合には、B像瞳領域の方がA像瞳領域に比べて面積が大きくなる。そしてA像信号、B像信号の強度が等しくなる画素は中心以外の画素となる。つまり得られるA像信号、B像信号は傾きをもち、さらに強度差をもったものとなる。そのため図7(d)と同じ被写体を撮像した場合にも、図7(f)に示すように、A像信号は右側画素になるしたがって出力が小さくなり、B像信号は左側画素になるにしたがって出力が小さくなり、さらにA像信号全体の出力自体が小さくなる。つまりA像信号、B像信号では異なる形状になってしまう。そのためデフォーカス量算出(S203)において行われる相関演算におけるA像信号、B像信号の一致度が低くなり、算出された位相差に誤差が生じる。

【0048】

そこで、シェーディング補正を行ない、A像信号、B像信号のアンバランスを補正する。シェーディング補正では撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報を用いて、図7(b)と図7(c)に示すようなA像信号、B像信号の傾きや強度差を補正する。

【0049】

図8は図7(e)のような波形をシェーディング補正している様子を示している。撮影レンズ射出窓位置、射出窓半径と焦点検出領域情報を用いて、一様輝度の被写体に対して得られると予想されるA像信号、B像信号（シェーディングデータ）を算出する(図8(a))。次に図8(a)のA像信号、B像信号が或る一定の値になるように、焦点検出領域の各画素にそれぞれ重み付け係数を算出する。ここで、A像信号、B像信号をそれぞれ直線近似し、A像信号近似直線とB像信号近似直線の交点出力値をQとし、算出されるA像信号の出力データをA_s[1]～A_s[n]とし、B像信号の出力データをB_s[1]～B_s[n]とすると、A像信号に対する重み付け関数をP_a[1]～P_a[n]、B像信号に対する重み付け関数を

$Pb[1] \sim Pb[n]$ は以下のように表される。

【0050】

【数3】

$$Pa[i] = \frac{Q}{As[i]} \cdots \cdots (3) \quad i=1 \sim n$$

$$Pb[i] = \frac{Q}{Bs[i]} \cdots \cdots (4) \quad i=1 \sim n$$

得られた重み付け係数を実際に得られたA像信号、B像信号(図8(c))の各画素にかけて、補正後のA像信号、B像信号(図8(d))を得る。実際に得られたA像信号の出力データを $Ar[1] \sim Ar[n]$ とし、B像信号の出力データを $Br[1] \sim Br[n]$ とすると、シェーディング補正後のA像信号の出力データ $Ap[1] \sim Ap[n]$ と、B像信号の出力データ $Bp[1] \sim Bp[n]$ は以下のように表される。

【0051】

【数4】

$$Ap[i] = Pa[i] \cdot Ar[i] \cdots \cdots (5) \quad i=1 \sim n$$

$$Bp[i] = Pb[i] \cdot Br[i] \cdots \cdots (6) \quad i=1 \sim n$$

今、均一輝度の被写体に対して得られるA像信号、B像信号のシェーディング補正後のデータを $Ap0[1] \sim Ap0[n]$ 、 $Bp0[1] \sim Bp0[n]$ とすると、式(7)に示すように各画素におけるA像信号、B像信号の出力が等しくなり、強度差が補正されている。

【0052】

【数5】

$$Ap0[i] = Bp0[i] \cdots \cdots (7) \quad i=1 \sim n$$

図9は図7(f)のような波形をシェーディング補正している様子を示している。図9においても上記と同様な方法によりシェーディング補正を行う。均一輝度の被写体に対して得られるシェーディング補正後のA像信号とB像信号は等しくなり、強度差が補正されている。

【0053】

以上のように、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報に基づいてシェーディングデータが得られれば、A像信号、B像信号間に生じるアンバランスを補正することがきる。それによりデフォーカス量算出(S203)において行われる相関演算における二つの像信号の一致度が向上し、算出された位相差の精度が上がる。

【0054】

従来技術では、焦点検出領域が光軸から離れた位置にあり、A像信号、B像信号間にアンバランスが生じる場合には、焦点検出用光束のFナンバーを大きくして、撮影光学系の口径食によるケラレの影響を軽減しなければならなかった。つまり焦点検出領域の位置によって焦点検出用光束のFナンバーが制限されていた。しかし本実施形態では、シェーディングデータに基づいてA像信号、B像信号間に生じるアンバランスを補正することで、Fナンバーの制限を回避することが可能となった。

【0055】

第1の実施形態では、撮影レンズの射出窓情報と焦点検出領域情報を用いて算出されるシェーディングデータ $A_s[1] \sim A_s[n]$ 、 $B_s[1] \sim B_s[n]$ は、A像信号、B像信号の強度比 r から求められる。焦点検出装置のコストダウンと高速な焦点検出を実現するためには、シェーディングデータの算出は演算負荷の軽いことが求められる。そこで第1の実施形態では、シェーディングデータに用いるA像信号、B像信号の強度比 r の算出を、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から決まるパラメータの1次式で簡易的に求めることを特徴としている。

【0056】

まずシェーディングデータを算出する際に用いるA像信号、B像信号の強度比 r の算出について説明する。

【0057】

図10は図5のx方向から見たAF瞳領域40を示している。一点鎖線75の交点は撮影レンズの光軸である。投影射出窓71-1は、射出窓1を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。投影射出窓72-1は、射出窓2を周辺画素73からAF瞳領域40に投影したものである。AF瞳領域40は投影射出窓71-1と投影射出窓72-1によって切り出されて焦点検出開口瞳76を形成している。

【0058】

A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの境界線は撮影レンズの光軸を通過しているため、A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの面積は異なる。A像信号、B像信号の強度差はこの面積比によって決まる。そしてこの面積比は、切り出された焦点検出開口瞳76において、A像瞳領域74aとB像瞳領域74bの境界線がどの辺りに位置するか、ほぼ一致する。ここで、投影射出窓71-1の光軸に対するシフト量をShift1、投影射出窓72-1の光軸に対するシフト量をShift2とし、焦点検出開口瞳76の中心の光軸に対するシフト量をtとすると、tは以下のように表される。

【0059】

【数6】

$$\text{Shift1} = L73 \cdot \frac{L70}{L71} \dots\dots\dots(8)$$

$$\text{Shift2} = L73 \cdot \frac{L70}{L72} \dots\dots\dots(9)$$

$$t = \frac{\text{Shift1} + \text{Shift2}}{2} \dots\dots\dots(10)$$

次に図6(b)に基づいて、投影射出窓71-1の直径D71_1と、投影射出窓72-1の直径D72_1を求める。

【0060】

【数 7】

$$D71_1 = D71 \cdot \frac{L70}{L71} \dots\dots\dots(11)$$

$$D72_1 = D72 \cdot \frac{L70}{L72} \dots\dots\dots(12)$$

すると、図 10 における焦点検出開口瞳 76 の幅 T は以下のように表される。

【0061】

【数 8】

$$T = \left(\frac{D71_1}{2} - \text{Shift1} \right) + \left(\frac{D72_1}{2} + \text{Shift2} \right) \dots\dots\dots(13)$$

式(10)、(13)で求められた t, T を用いて表されるパラメータ t/T は、切り出された焦点検出開口瞳 76 において、A 像瞳領域 74a と B 像瞳領域 74b の境界線がどの辺りに位置するか、ほぼ一致する。そこで、複数の撮影レンズの射出窓情報と複数の周辺画素 73 の位置との組み合わせから得られる t/T と、一様輝度の被写体に対して得られる周辺画素 73 での A 像信号、B 像信号強度比 r の対数 r をプロットしていくと、図 11 のようになる。横軸は t/T、縦軸は r である。すると t/T と r は、1 次式の関係が成り立っている。

【0062】

【数 9】

$$R = C1 \cdot \frac{t}{T} \dots\dots\dots(14)$$

つまり t/T の 1 次式で簡易的に強度比 r の対数 r の算出が可能であることが分かる。この係数 C1 はデジタルスチルカメラ 1 のメモリ回路 22 に格納しておく。CPU 20 が強度比の対数 r を算出する際には、メモリ回路 22 から読み込

んでくる。

【0063】

従来技術では、A像信号、B像信号の強度比 r を、光軸から周辺画素 73 までの距離 L の多項式で表そうとすると、多項式の次数が大きくなってしまい、計算量が大きく演算負荷が大きくなる。しかし本実施形態では、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から求められるパラメータ t/T の 1 次式で A 像信号、B 像信号の強度比 r が簡易的に求められるため、演算負荷が小さい。そのため処理速度の速くない計算機を搭載しても十分に高速な焦点検出が実現できる。

【0064】

上記で算出された A 像信号、B 像信号強度比 r から、シェーディングデータを算出する。焦点検出領域の両端と中央の 3 点の画素において A 像信号、B 像信号強度比 r を算出し、 r_{121} , r_{122} , r_{123} とする。A 像信号、B 像信号強度比 r を算出する画素は 2 つ以上であるなら、いくつでも構わない。

【0065】

A 像信号、B 像信号の強度比 r を算出した画素において、それぞれ A 像信号出力と B 像信号出力を算出する。A 像信号、B 像信号強度比 r を算出した画素における A 像信号出力を A_{d121} , A_{d122} , A_{d123} とし、B 像信号出力を B_{d121} , B_{d122} , B_{d123} とすると、A 像信号、B 像信号の強度比 r から、下記のように求められる。

【0066】

【数 10】

$$Ad121 = \frac{1}{1+r121} \text{ ----- (17)}$$

$$Ad122 = \frac{1}{1+r122} \text{ ----- (18)}$$

$$Ad123 = \frac{1}{1+r123} \text{ ----- (19)}$$

$$Bd121 = \frac{r121}{1+r121} \text{ ----- (20)}$$

$$Bd122 = \frac{r122}{1+r122} \text{ ----- (21)}$$

$$Bd123 = \frac{r123}{1+r123} \text{ ----- (22)}$$

これら(A d 1 2 1, A d 1 2 2, A d 1 2 3)と(B d 1 2 1, B d 1 2 2, B d 1 2 3)を図 1 2 に示すようにそれぞれ直線近似することで、A 像信号シェーディングデータ A s [1] ~ A s [n] と B 像信号シェーディングデータ B s [1] ~ B s [n] を得る。

【0067】

従来技術では、焦点検出領域が光軸から離れた位置にあり、A 像信号、B 像信号間にアンバランスが生じる場合には、焦点検出用光束の F ナンバーを大きくして、撮影光学系の口径食によるケラレの影響を軽減しなければならなかった。つまり焦点検出領域の位置によって焦点検出用光束の F ナンバーが制限されていた。しかし本実施形態では、上述のシェーディングデータに基づいて A 像信号、B 像信号間に生じるアンバランスを補正することで、F ナンバーの制限を回避することが可能となった。

【0068】

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態において算出されるシェーディングデータをさらに精度良く求める方法を提案する。

【0069】

第2の実施形態では、シェーディングデータ $A_s[1] \sim A_s[n]$ 、 $B_s[1] \sim B_s[n]$ は、撮影レンズの射出窓情報と焦点検出領域情報を用いて算出されるA像信号、B像信号の強度比と、A像信号、B像信号の焦点検出領域内における強度分布の、2つのパラメータから求められる。焦点検出装置のコストダウンと高速な焦点検出を実現するためには、シェーディングデータの算出は演算負荷の軽いことが求められる。そこで第2の実施形態では、シェーディングデータに用いるA像信号、B像信号の強度比と強度分布の算出を、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から決まるパラメータの1次式で簡易的に求めることを特徴としている。

【0070】

第2の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチン(S301)の動作フローを図18に示す。カメラ本体1のCPU20は、シェーディング補正(S301)が実行されると、撮影レンズメモリ回路31から撮影レンズの固有情報を読み込む(S302)。この撮影レンズ固有情報には、撮影レンズのFナンバー情報や撮影レンズ射出窓位置、射出窓半径などが含まれている。次にCPU20は、焦点検出領域入力手段や、視線入力手段などによって決定された焦点検出領域を読み込む(S303)。レンズ情報読み込み(S302)と焦点検出領域読み込み(S303)で得られたレンズ情報や焦点検出領域に基づいて、撮影光学系の口径食によって制限されるためにA像信号、B像信号に生じる強度比を算出する(S304)。さらにレンズ情報読み込み(S302)と焦点検出領域読み込み(S303)で得られたレンズ情報や焦点検出領域に基づいて、撮影光学系の口径食によって制限されるために焦点検出領域内の画素間でA像信号、B像信号に生じる強度変化、つまり強度分布を算出する(S305)。強度分布算出(S305)では、A像信号、B像信号のうち、どちらか一方の強度分布だけを算出する(S305)。強度比算出(S304)と強度分布算出(S305)で得られた、A像信号、B像信号の強度比と強度分布に基づいて、シェーディングデータを作成する(S306)。このシェーディングデータは、均一輝度被写体に対して焦点検出のための撮像(S202)を行った際に得られるべきA像信号、B像信号である。シェ

ーディング補正(S301)では、均一輝度被写体に対して得られたA像信号、B像信号が、図7(a)に示すように焦点検出領域内の全ての画素においてA像信号、B像信号からの出力が均一になるようにすることが目的である。そこでシェーディング波形作成(S306)で得られたシェーディング波形に基づいて、焦点検出のための撮像(S202)で得られたA像信号、B像信号の補正を行ない(S307)、焦点検出サブルーチンへリターンする(S308)。

【0071】

A像信号、B像信号の強度比算出は、第1の実施形態と同様の手法で求められる。図10に示すように、焦点検出開口瞳76の中心の光軸に対するシフト量を t とし、焦点検出開口瞳76の幅を T としたときに、この撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から求められるパラメータ t/T の1次式でA像信号、B像信号の強度比が簡易的に求められる。

【0072】

【数11】

$$R = C1 \cdot \frac{t}{T} \quad \text{----- (14)}$$

この係数 $C1$ はデジタルスチルカメラ1のメモリ回路22に格納しておく。 $CPU20$ が強度比の対数 r を算出する際には、メモリ回路22から読み込んでくる。

【0073】

従来技術では、A像信号、B像信号の強度比を、光軸から周辺画素73までの距離 L の多項式で表そうとすると、多項式の次数が大きくなってしまい、計算量が大きく演算負荷が大きくなる。しかし本実施形態では、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から求められるパラメータ t/T の1次式でA像信号、B像信号の強度比が簡易的に求められるため、演算負荷が小さい。そのため処理速度の速くない計算機を搭載しても十分に高速な焦点検出が実現できる。

【0074】

次にシェーディングデータを算出する際に用いるA像信号、B像信号の強度分

布算出について説明する。A 像信号、B 像信号の強度分布算出では、A 像信号と B 像信号どちらか一方の強度分布を求める。求める強度分布は A 像信号と B 像信号、どちらでも構わない。ここでは、A 像信号の強度分布を求めていくことにする。

【0075】

図 13 は図 5 の x 方向から見た A F 瞳領域 40 を示している。一点鎖線 75 の交点は撮影レンズの光軸である。投影射出窓 71-1 は、射出窓 1 を周辺画素 73 から A F 瞳領域 40 に投影したものである。投影射出窓 72-1 は、射出窓 2 を周辺画素 73 から A F 瞳領域 40 に投影したものである。A F 瞳領域は投影射出窓 71-1 と投影射出窓 72-1 によって切り出されて焦点検出開口瞳 76 を形成している。

【0076】

A 像瞳領域 74 a と B 像瞳領域 74 b の境界線は撮影レンズの光軸を通過している。A 像信号の強度分布は A 像瞳領域 74 a の面積に比例する。この A 像瞳領域 74 a の面積は、A 像瞳領域 74 a の幅 T a にほぼ比例する。T a は以下のように表される。

【0077】

【数 12】

$$T_a = \text{Shift}2 + \frac{D72-1}{2} \dots\dots\dots (23)$$

そこで、複数の撮影レンズの射出窓情報と複数の周辺画素 73 の位置との組み合わせから得られる T a と、一様輝度の被写体に対して得られる周辺画素 73 の A 像信号出力 A r をプロットしていくと、図 14 のようになる。横軸は T a 、縦軸は A 像信号出力 A r である。すると T a と A r は、1 次式の関係が成り立っている。

【0078】

【数 13】

$$A_r = C_2 \cdot T_a \text{ ----- (24)}$$

つまり T_a の 1 次式で簡易的に A 像信号出力 A_r の算出が可能であることが分かる。この係数 C_2 はデジタルスチルカメラ 1 のメモリ回路 22 に格納しておく。CPU 20 が A 像信号出力 A_r を算出する際には、メモリ回路 22 から読み込んでくる。

【0079】

図 12 は、上記 T_a から算出された A 像信号出力を用いて、A 像信号強度分布を算出する過程を示している。ここで、図 12 に示すように、焦点検出領域の両端と中央の 3 点の画素において A 像信号出力を算出し、 A_{d121} , A_{d122} , A_{d123} とする。A 像信号出力を算出する画素は 2 つ以上であるなら、いくつでも構わない。これら A_{d121} , A_{d122} , A_{d123} を A 像信号の強度分布とする。

【0080】

従来技術では、A 像信号の強度分布を、光軸から周辺画素 73 までの距離 L の多項式で表そうとすると、多項式の次数が大きくなってしまい、計算量が大きく演算負荷が大きくなる。しかし本実施形態では、撮影レンズ射出窓情報と焦点検出領域情報から求められるパラメータ T_a の 1 次式で A 像信号の強度分布が簡易的に求められるため、演算負荷が小さい。そのため処理速度の速くない計算機を搭載しても十分に高速な焦点検出が実現できる。

【0081】

以上述べてきた A 像信号、B 像信号強度比と A 像信号の強度分布から、シェーディングデータを算出する。A 像信号強度分布を算出した画素において、それぞれ A 像信号、B 像信号の強度比 r を算出し、 r_{121} , r_{122} , r_{123} とする。算出方法は、先に述べたように撮影レンズ射出窓情報と周辺画素 73 の位置からパラメータ t/T を算出し、式(14)に基づいて A 像信号、B 像信号の強度比 r を求める。A 像信号強度分布を算出した画素における B 像信号出力 B_{d121}

, $Bd122$, $Bd123$ は、A 像信号強度分布 $Ad121$, $Ad122$, $Ad123$ と A 像信号、B 像信号の強度比 r から、下記のように求められる。

【0082】

【数14】

$$Bd121 = r121 \cdot Ad121 \text{ -----(25)}$$

$$Bd122 = r122 \cdot Ad122 \text{ -----(26)}$$

$$Bd123 = r123 \cdot Ad123 \text{ -----(27)}$$

これら ($Ad121$, $Ad122$, $Ad123$) と ($Bd121$, $Bd122$, $Bd123$) を図12に示すようにそれぞれ直線近似することで、A 像信号シェーディングデータ $As[1] \sim As[n]$ と B 像信号シェーディングデータ $Bs[1] \sim Bs[n]$ を得る。

【0083】

従来技術では、焦点検出領域が光軸から離れた位置にあり、A 像信号、B 像信号間にアンバランスが生じる場合には、焦点検出用光束の F ナンバーを大きくして、撮影光学系の口径食によるケラレの影響を軽減しなければならなかった。つまり焦点検出領域の位置によって焦点検出用光束の F ナンバーが制限されていた。しかし本実施形態では、シェーディングデータに基づいて A 像信号、B 像信号間に生じるアンバランスを補正することで、F ナンバーの制限を回避することが可能となった。

【0084】

以上説明したように、上記の実施形態によれば、撮影光学系の射出瞳の第1の領域を通過する第1の光束を光電変換する第1光電変換素子列と前記第1の領域とは異なる第2の領域を通過する第2の光束を光電変換する第2光電変換素子列よりなる固体撮像素子を有し、前記第1光電変換素子列からの像信号である第1の像信号と、前記第2光電変換素子列からの像信号である第2の像信号とで相関演算を行うことによって撮影光学系の焦点状態を検出する焦点検出装置において

、焦点検出瞳領域が前記撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量と、前記焦点検出開口瞳の幅との比に基づいて前記第1光電変換素子と第2光電変換素子からの信号に生じる強度差を補正することで、次の効果が得られる。

(1) 撮影光学系の口径食によって焦点検出用光束が制限された場合に、第1の像信号と第2の像信号との間に生じるアンバランスを、少ない計算量で効率的に補正することが可能となる。

(2) 焦点検出領域によって焦点検出に用いる光束のFナンバーが制限されることがなくなる。

【0085】

また前記焦点検出装置において、所定の焦点検出領域内の少なくとも二つの焦点検出画素における強度差に基づいて、焦点検出領域内の全ての画素における前記第1光電変換素子と第2光電変換素子からの信号に生じる強度差を補正することで、次の効果が得られる。

(3) 撮影光学系の口径食によって焦点検出用光束が制限された場合に、第1の像信号と第2の像信号との間に生じるアンバランスを、さらに少ない計算量で効率的に補正することが可能となる。

【0086】

【他の実施形態】

本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても良いし、また、単体の機器から成る装置に適用しても良いしLANなどのネットワークを介して処理が行われるシステムに適用しても良い。

【0087】

また、各実施形態の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプ

プログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0088】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0089】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には、先に説明した手順に対応するプログラムコードが格納されることになる。

【0090】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、撮影光学系の口径食によって制限された場合に、第1の像信号と第2の像信号との間に生じるアンバランスを、少ない計算量で効率的に補正することができる。

【0091】

また、焦点検出領域によって焦点検出に用いる光束のFナンバーが制限されないようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態に係わるカメラとレンズの構成を示す図である。

【図2】

イメージセンサの構成と撮影レンズとの関係を示す図である。

【図 3】

撮影レンズの瞳を示す図である。

【図 4】

相関演算処理の説明図である。

【図 5】

撮影レンズの射出窓によって焦点検出開口瞳が形成されている状態を示す斜視図である。

【図 6】

撮影レンズの射出窓によって焦点検出開口瞳が形成されている状態を示す図である。

【図 7】

一様輝度被写体の A 像信号、B 像信号 ((a) 光軸上、(b) 光軸上、(c) 軸外) と一般的な被写体の A 像信号、B 像信号 ((a) 光軸上、(b) 光軸上、(c) 軸外) を示す図である。

【図 8】

シェーディング補正 (光軸上) を行っている状態を示す図である。

【図 9】

シェーディング補正 (光軸外) を行っている状態を示す図である。

【図 10】

強度比 r 算出のためのパラメータ t/T を示す図である。

【図 11】

パラメータ t/T と強度比の対数 r の関係を示す図である。

【図 12】

A 像信号強度分布と B 像信号強度分布からシェーディングデータを算出している状態を示す図である。

【図 13】

A 像信号出力 A_r 算出のためのパラメータ T_a を示す図である。

【図 14】

パラメータ T_a と A 像信号出力 A_r の関係を示す図である。

【図 1 5】

カメラの動作説明フローチャートである。

【図 1 6】

焦点検出サブルーチンの動作説明フローチャートである。

【図 1 7】

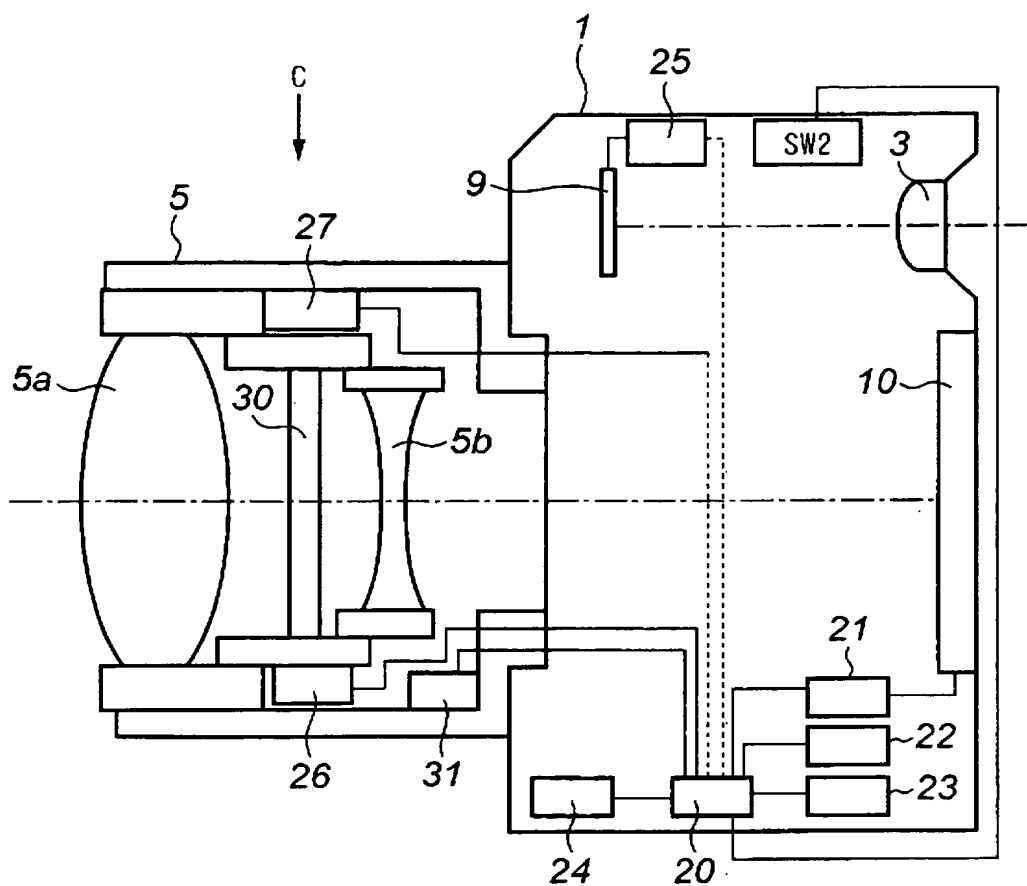
第 1 の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチンの動作説明フローチャートである。

【図 1 8】

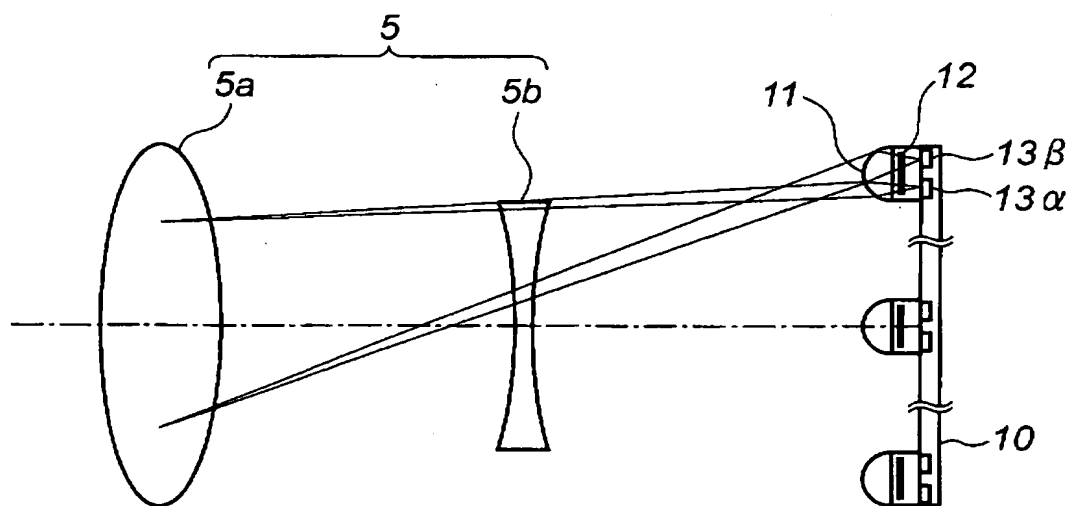
第 2 の実施形態におけるシェーディング補正サブルーチンの動作説明フローチャートである。

【書類名】 図面

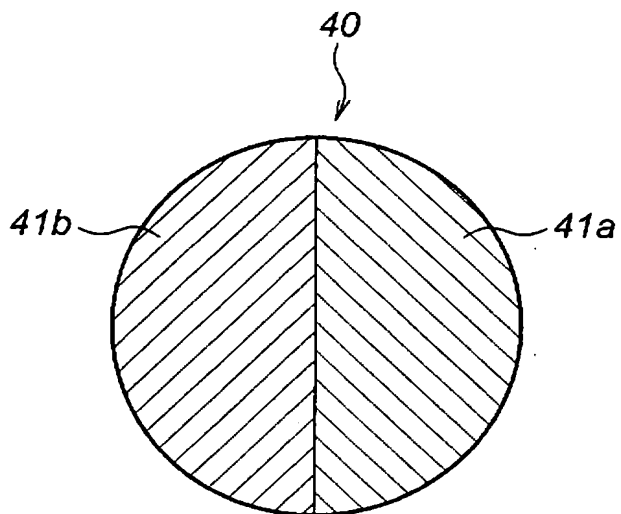
【図 1】



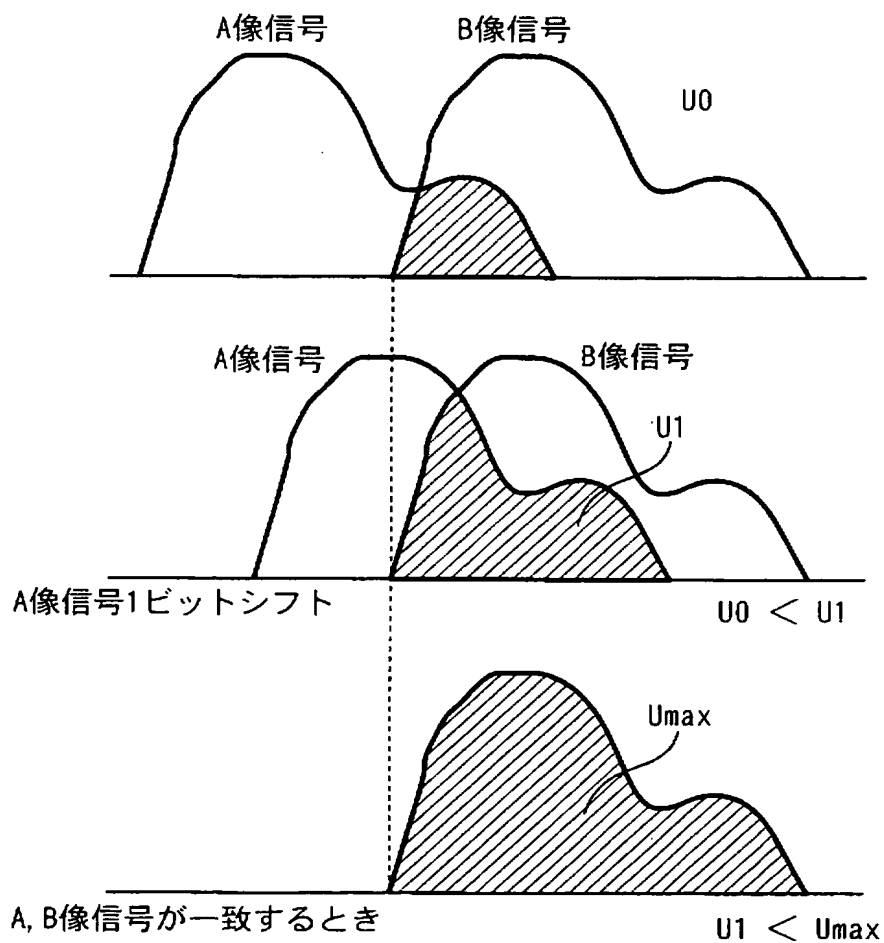
【図 2】



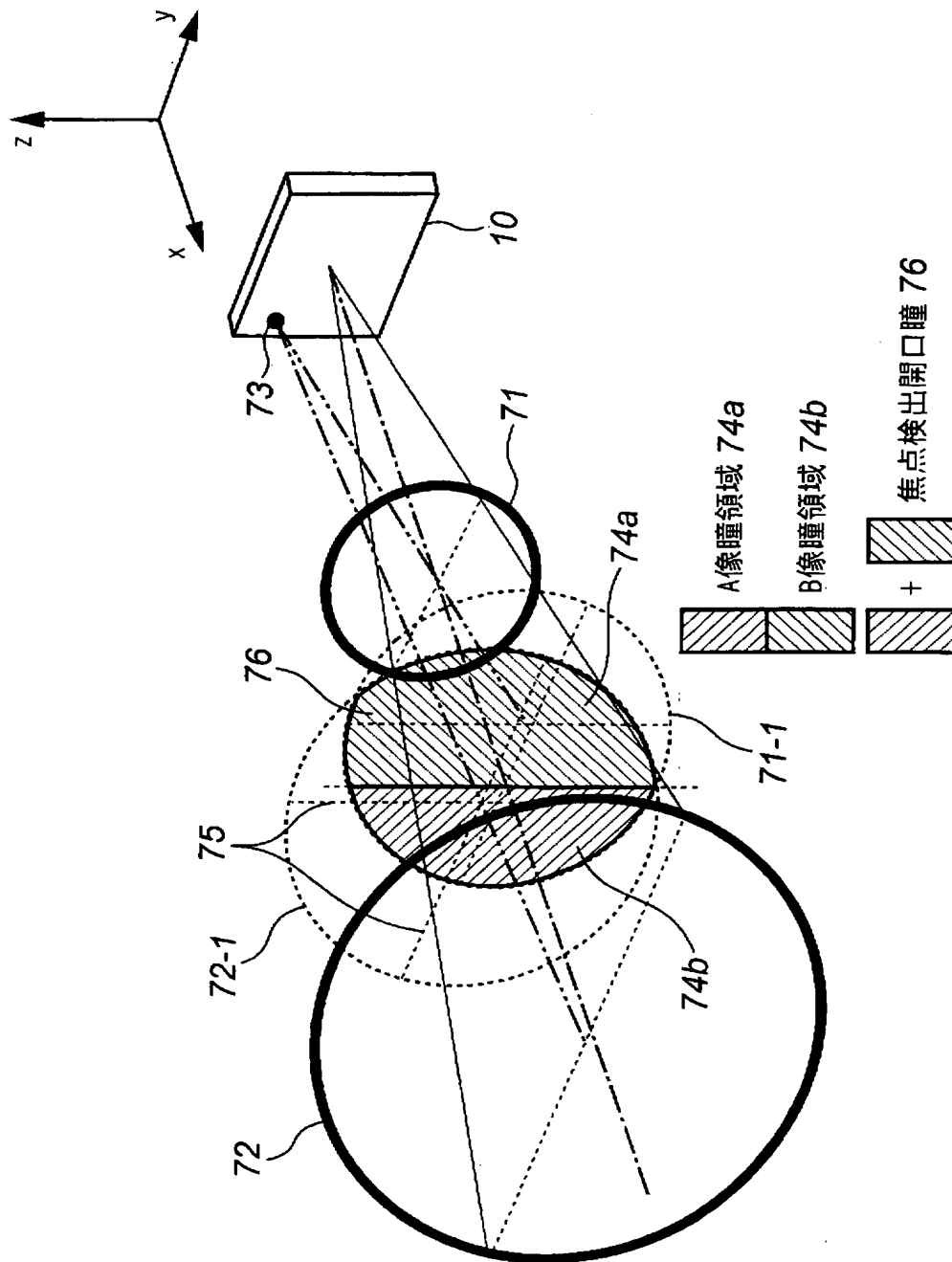
【図 3】



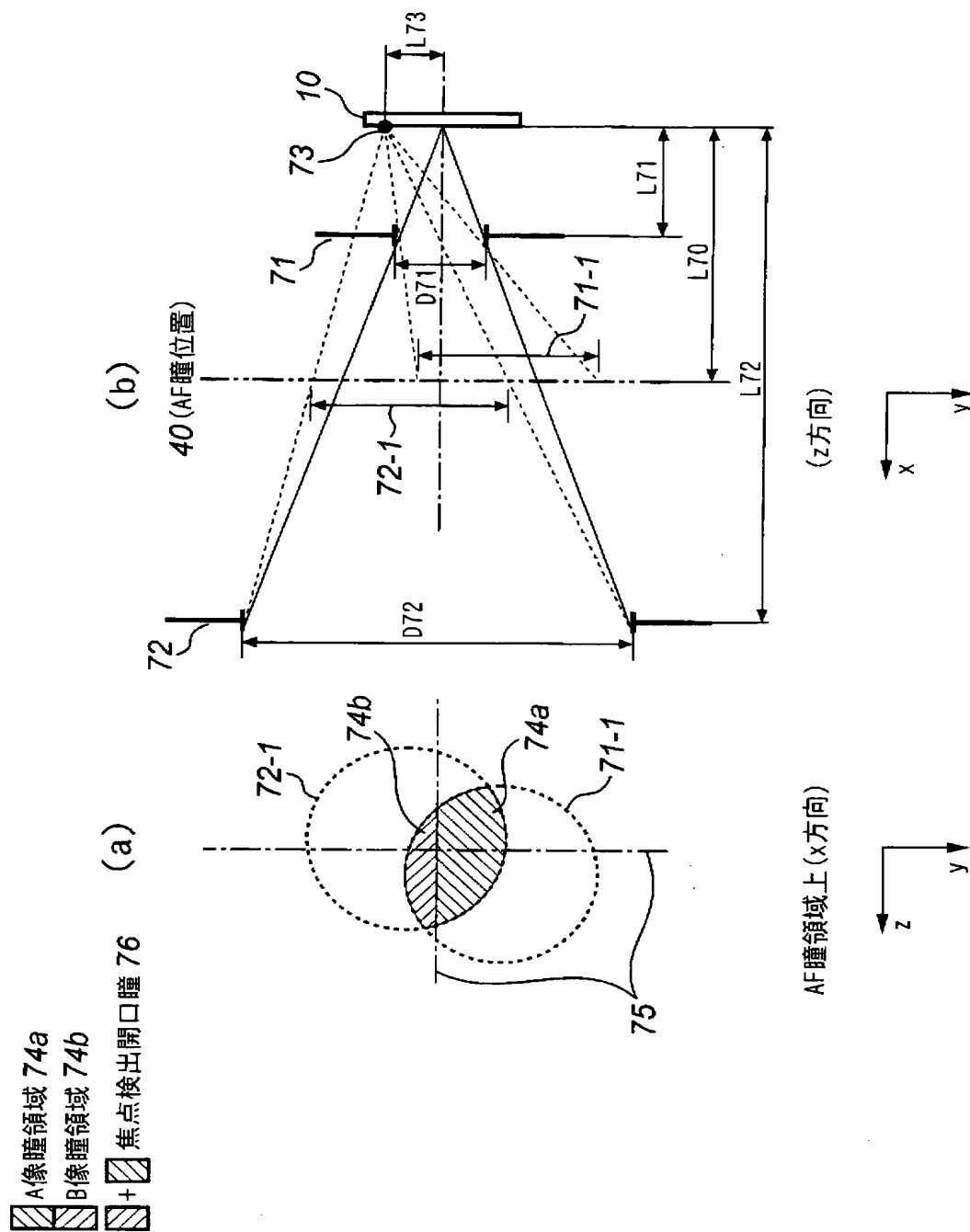
【図 4】



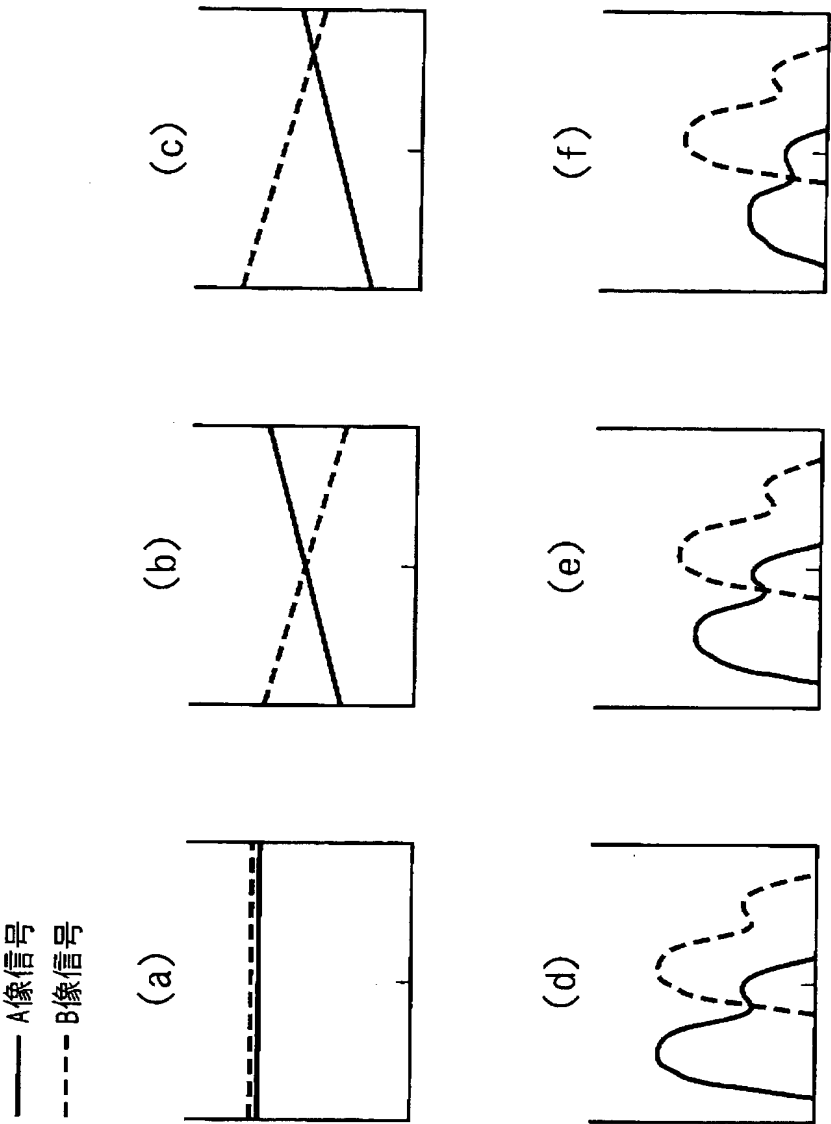
【図 5】



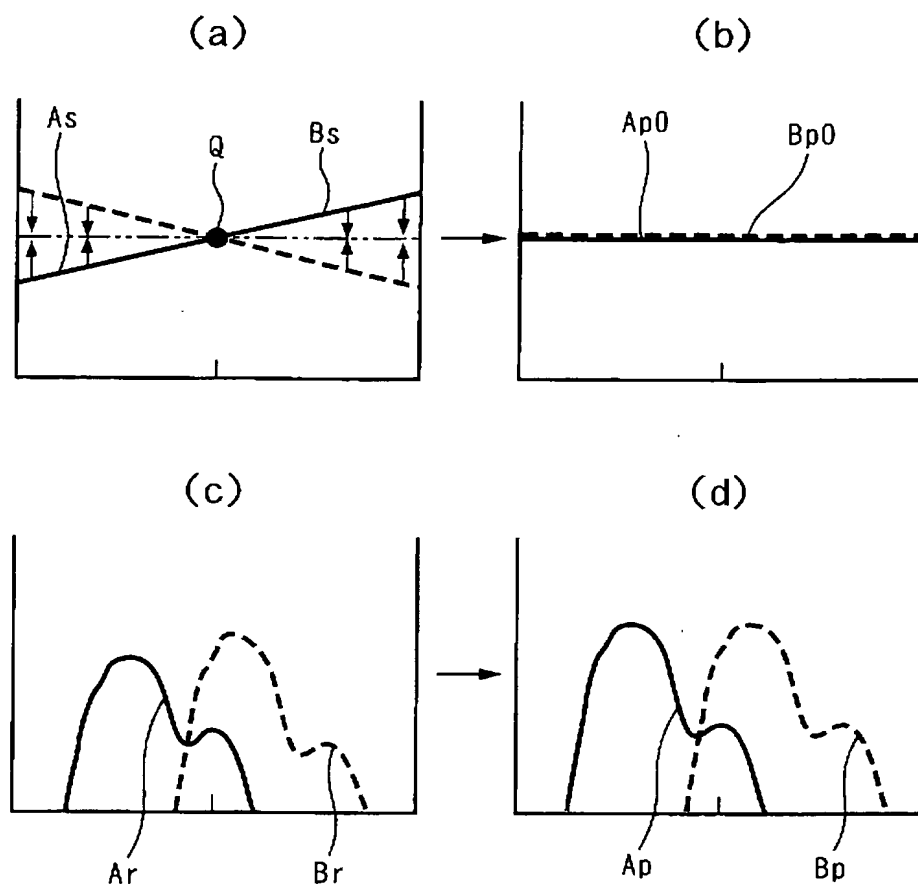
【図 6】



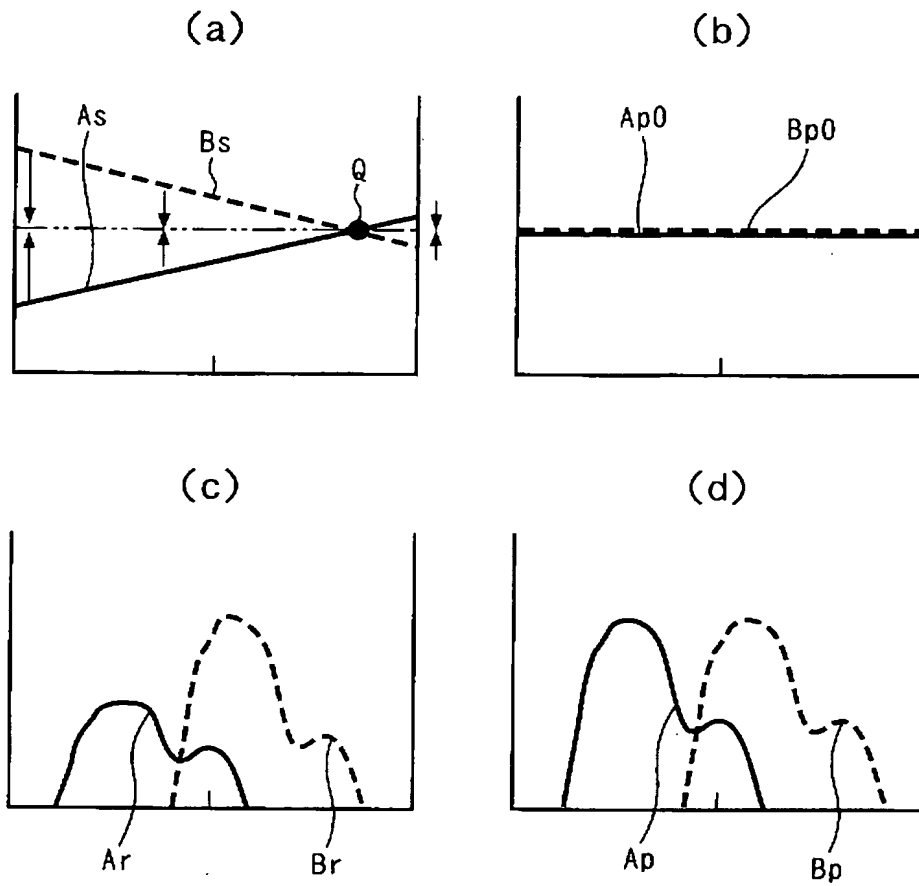
【図 7】



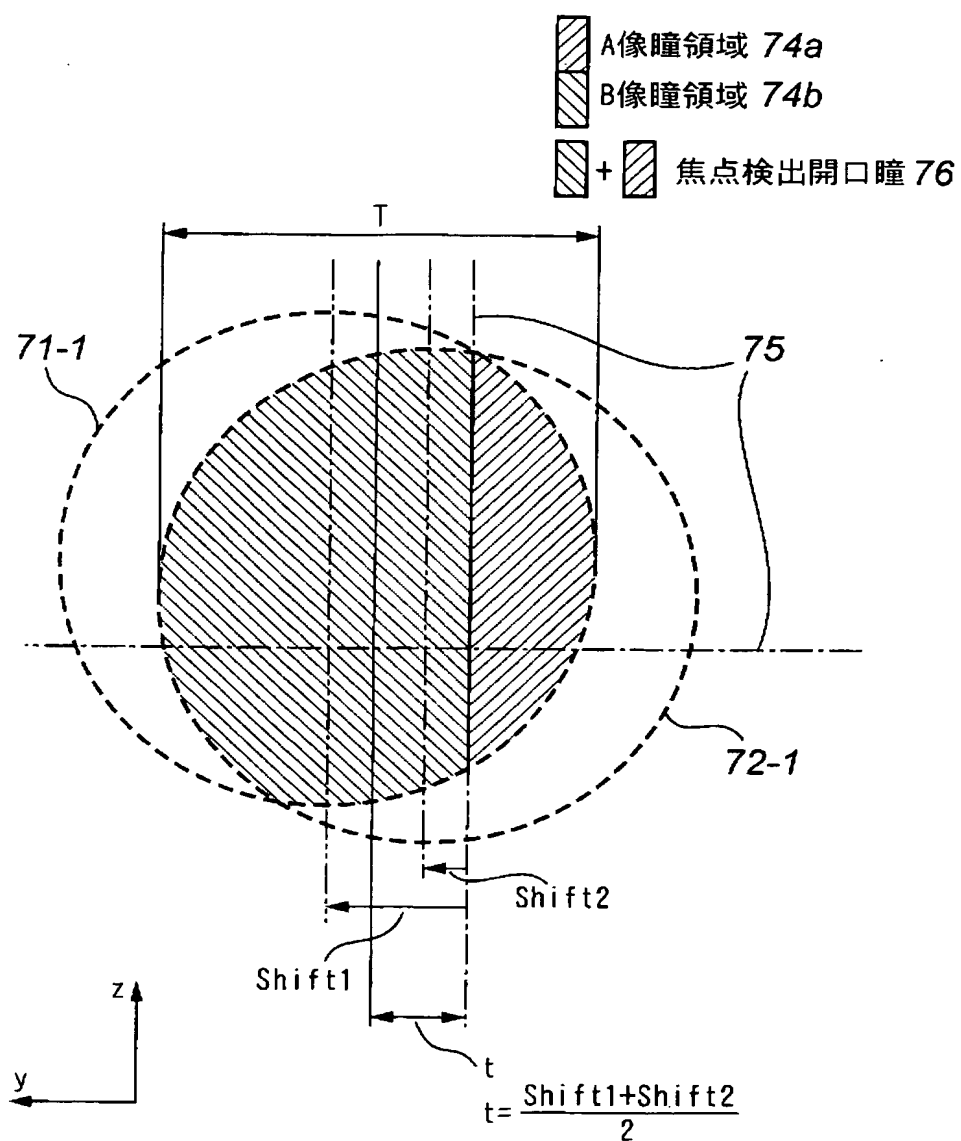
【図 8】



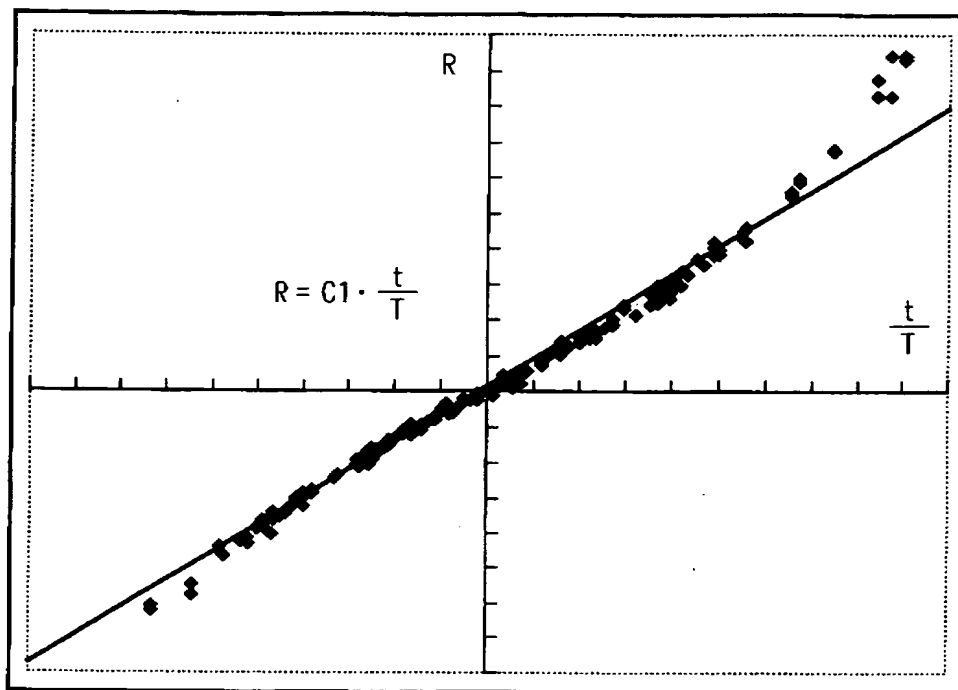
【図 9】



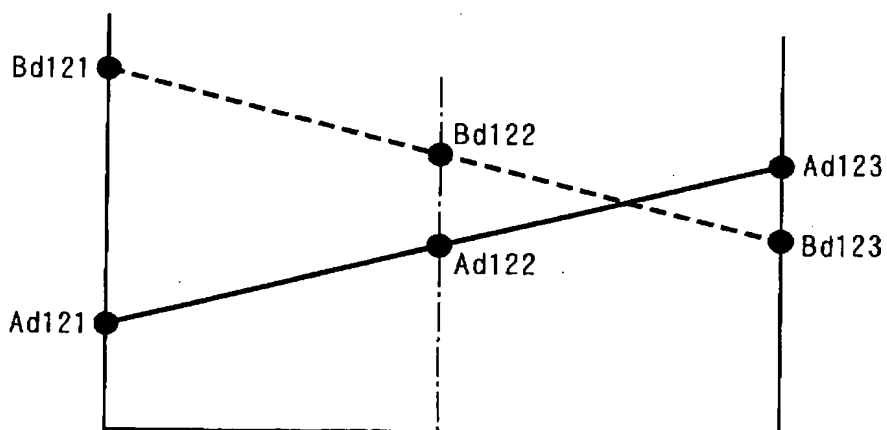
【図10】



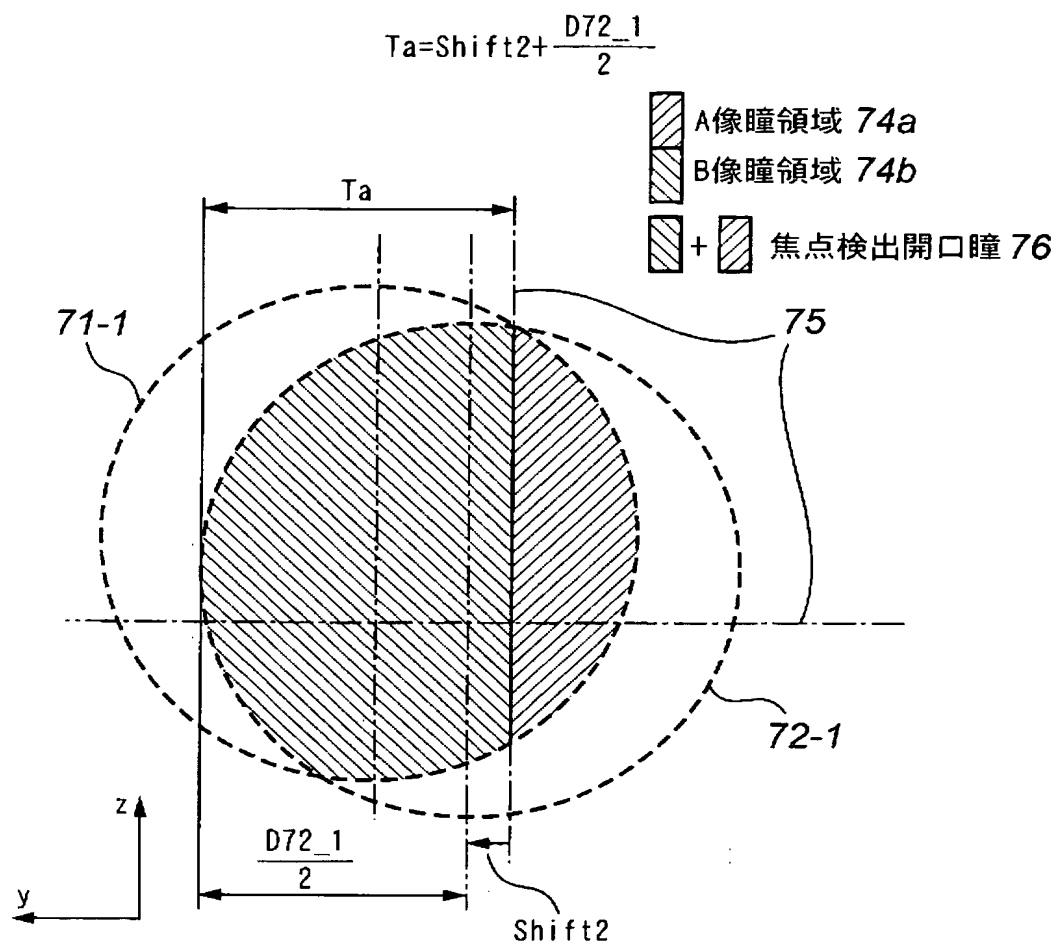
【図 11】



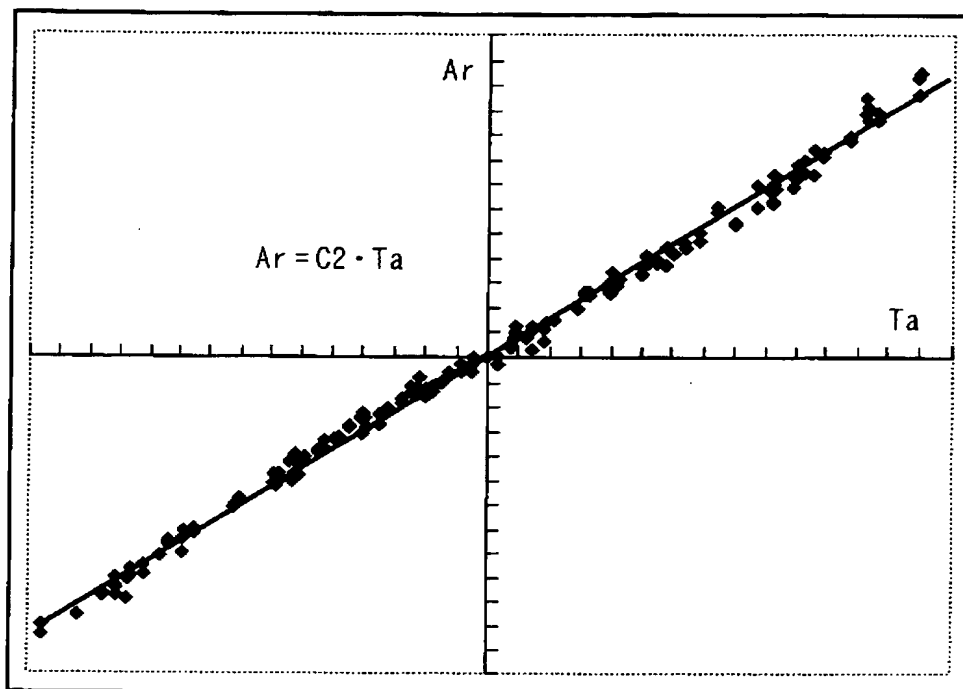
【図 12】



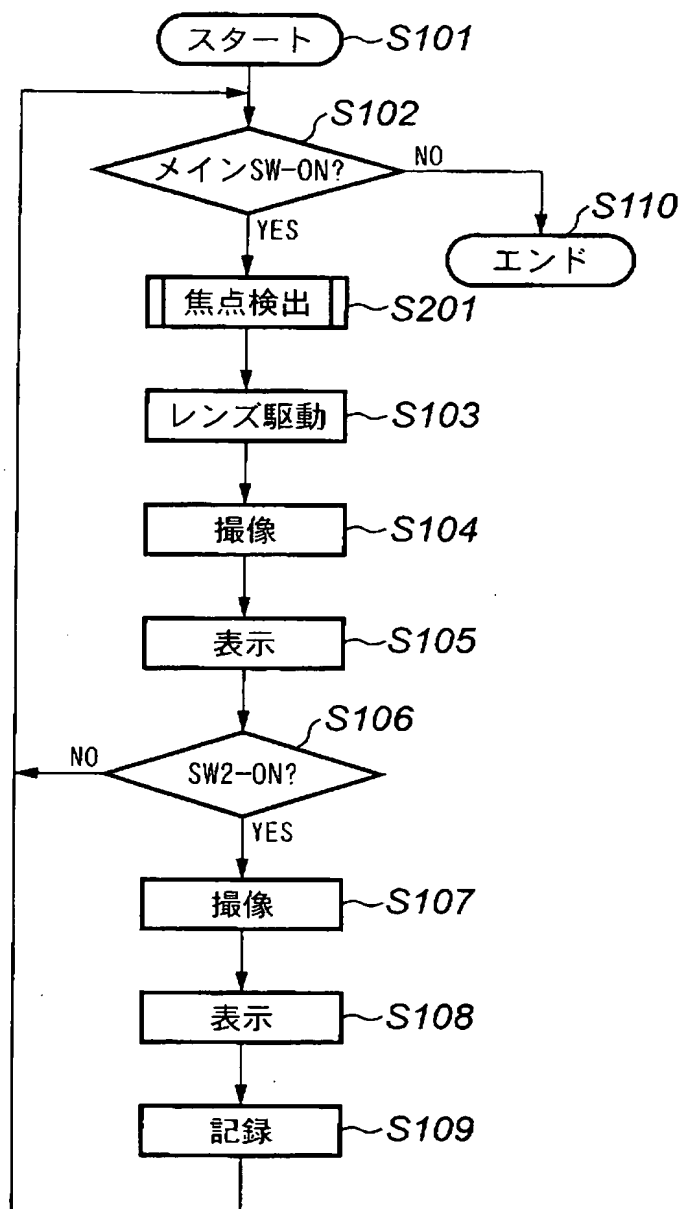
【図 13】



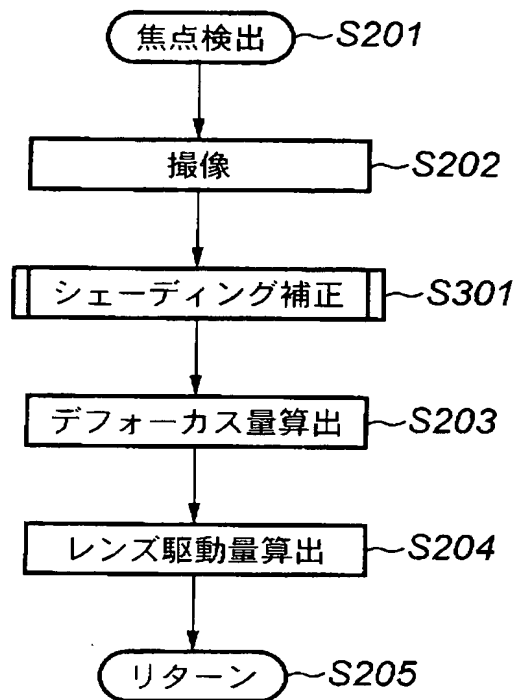
【図 14】



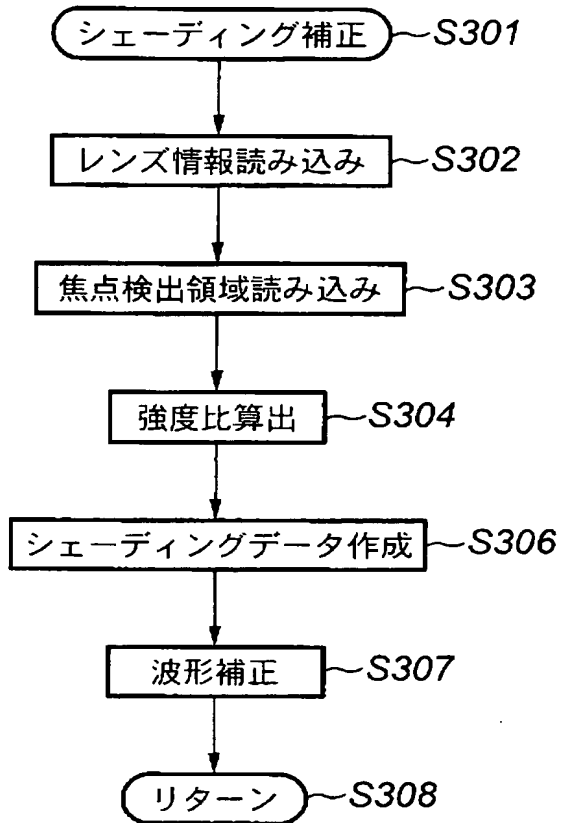
【図 15】



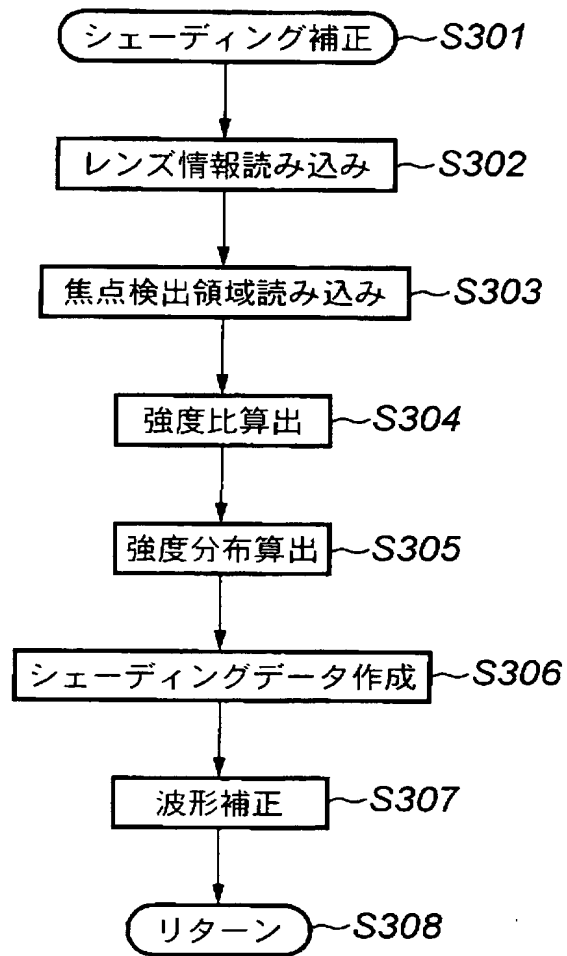
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 撮影光学系の口径食によって制限された場合に、第1の像信号と第2の像信号との間に生じるアンバランスを、少ない計算量で効率的に補正できるようにする。

【解決手段】 撮影光学系の射出瞳の第1の領域を通過する第1の光束を光電変換する第1の光電変換素子列と、射出瞳の第1の領域とは異なる第2の領域を通過する第2の光束を光電変換する第2の光電変換素子列とを備える固体撮像素子と、撮像画面中の焦点検出領域の位置に応じて、撮影光学系の射出窓によって制限されて形成される焦点検出開口瞳の光軸に対するシフト量 t と、焦点検出開口瞳の幅 T との比に基づいて、第1の光電変換素子列からの像信号である第1の像信号と、第2の光電変換素子列からの像信号である第2の像信号について相関演算を行うことによって撮影光学系の焦点状態を検出する演算部とを具備する。

【選択図】 図10

特願 2 0 0 2 - 3 5 9 4 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社